

ЛІТЕРАТУРА:

1. S. Nikolaiev, Y. Tymoshenko, Reinvention of the cardiovascular diseases prevention and prediction due to ubiquitous convergence of mobile apps and machine learning, Information Technologies in Innovation Business Conference (ITIB), IEEE, ISBN: 978-1-5090-0234-4, 7-9 Oct. 2015, Kharkiv, Ukraine, pp 23-27.

**К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАРМОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СОСТАВА
НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ**

Носков В.И., Мезенцев Н.В., Гейко Г.В.

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
61002, г. Харьков, ул. Курпичова 2,
besitzer@i.ua*

В настоящее время является актуальной задача повышения эффективности работы крупных электростанций. Данная задача может быть решена за счет модернизации (реабилитации) турбогенераторов (ТГ) на электростанциях или заводе-изготовителе. Улучшение формы выходного напряжения генераторов возможно за счёт изменения воздушного зазора в районе полюсного наконечника (для гидрогенераторов) и за счёт сокращения шага обмотки статора (для турбогенераторов). При модернизации ТГ для выбора наиболее приемлемой его конструкции с использованием современных решений необходимо выполнять гармонический анализ его выходного напряжения. Гармонический состав и определение первой гармоники выходного напряжения ТГ, по которой оценивается его работа, можно получить различными методами [1,2]. Одним из основных методов гармонического анализа функций, удовлетворяющих условиям Дирихле, является метод, построенный на преобразованиях Фурье. Однако, он хорошо работает при обработке информации относительно большой длительности и мало меняющихся параметрах. Поэтому для ТГ электростанций, работающих в широком диапазоне нагрузок, этот метод гармонического анализа напряжения неприемлем. В этой связи, потребовалась разработка метода определения гармонического состава напряжения ТГ, который бы отличался необходимой точностью и требуемым быстродействием.

Отклонения формы напряжения от идеальной синусоиды регламентирует ГОСТ. В частности, для ТГ действующими стандартами предусмотрено, что значение коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения не должно превышать 5% и определяется по формуле:

$$K_u = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_k^2}}{U_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где U_1 – действующее значение фазного напряжения 1-ой гармоники (основной частоты), U_2, U_3, \dots, U_k – действующие значения фазного напряжения высших гармоник, кратных по частоте основной гармонике.

Для определения действующих значений фазного напряжения U_1, U_2, \dots, U_k в работе предлагается использовать метод, основанный на применении формул Бесселя [3]. Как известно, периодическая функция может быть представлена тригонометрическим полиномом вида:

$$y = \sum_{k=0}^n (A_k \cos kx + B_k \sin kx). \quad (2)$$

При этом гармоники k -го порядка тригонометрического полинома определяются по выражению:

$$y_k = r_k \cdot \sin(kx + \varphi_k) = (r_k \sin \varphi_k) \cos kx + (r_k \cos \varphi_k) \sin kx, \quad (3)$$

где r_k и φ_k – соответственно амплитуда и фаза k -й гармоники ($k = \overline{0, n}$).

Введя обозначения:

$$A_k = r_k \sin \varphi_k; B_k = r_k \cos \varphi_k, \quad (4)$$

выражение (3) может быть записано следующим образом:

$$y_k = A_k \cos kx + B_k \sin kx. \quad (5)$$

Из (5) следует, что амплитуда k -ой гармоники может быть получена на основе соотношения:

$$r_k = \sqrt{A_k^2 + B_k^2}. \quad (6)$$

При этом коэффициенты A_k и B_k могут быть определены по формулам:

$$\begin{aligned} A_0 &= \frac{1}{v} \sum_{\lambda=1}^{2v} y_{\lambda}, & A_k &= \frac{1}{v} \sum_{\lambda=1}^{2v} y_{\lambda} \cdot \cos k\lambda \frac{\pi}{v}, \\ B_k &= \frac{1}{v} \sum_{\lambda=1}^{2v} y_{\lambda} \cdot \sin k\lambda \frac{\pi}{v}, & (k = \overline{1, v-1}), \end{aligned} \quad (7)$$

где A_0 – постоянная составляющая, k – номер гармоники, V – количество интервалов, на которые разбивается период, y_{λ} – значение ординаты соответствующей функции.

Разбивая период функции на равные интервалы по выражениям (7) можно вычислить коэффициенты, которые будут определять амплитуды гармоник (6).

Анализ кривой изменения магнитодвижущей силы (МДС) в ТГ выполняется следующим образом: период расчётной ступенчатой кривой МДС разбивается на 360 интервалов ($v=360$), после этого по выражениям (7) рассчитываются амплитуды соответствующих гармоник.

Например, для ТГ с двухфазной обмоткой возбуждения (форма МДС приведена на рис. 1) на основании гармонического анализа был сделан вывод, что применение существующих подходов к модернизации (за счет сокращения обмотки статора) приводит к превышению коэффициента K_u допустимого значения (табл. 1).

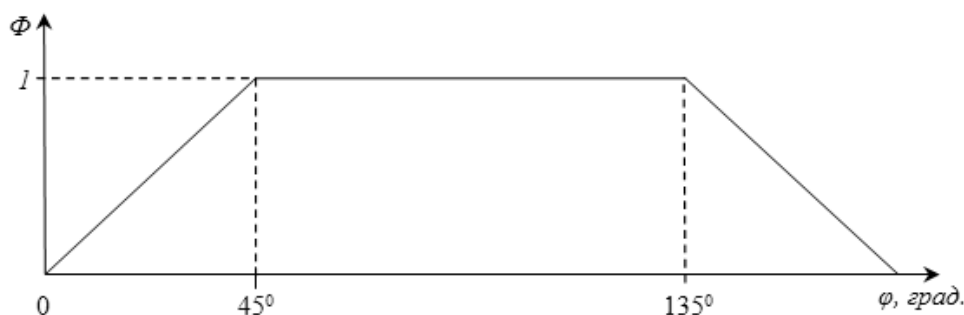


Рисунок 1 – Форма МДС.

Таблица 1

Гармонический состав напряжения при различном исполнении обмотки статора.

		Диаметральный шаг обмотки	Сокращённый шаг обмотки
Амплитуда гармоник	r_1	0,8092	0,7696
	r_2	0	0
	r_3	0,0873	0,0513
	r_4	0	0
	r_5	0,0342	0
	r_6	0	0
	r_7	0,0168	0,0099
	r_8	0	0
	r_9	0,0099	0,0094
	r_{10}	0	0
	r_{11}	0,0060	0,0057
		$K_u = 11,8555$	$K_u = 6,9377$

В [3, 4] предложены новые методы решения этой проблемы за счёт модернизации обмоток ротора, а не статора. При этом для получаемых форм МДС расчетное значение K_u не превышает 3%.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Носков В.И. Метод определения гармонического состава фазного тока статора асинхронного двигателя в системах регулируемых приводов / В.И. Носков, Н.В. Мезенцев, Г.В. Гейко, М.В. Липчанский // Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – 2015. – №7 (132). – С. 59-61.
2. Серебренников М.Г. Гармонический анализ / М.Г. Серебренников. – М.: ОГИЗ, ГОСТЕХИЗДАТ. – 1948. – 504 с.

3. Брошура «Новые концепции совершенствования электрооборудования ГЭС и ГАЭС. Рекомендации по модернизации генераторов и трансформаторов» / В.В. Кузьмин, Т.В. Шпатенко, В.С. Шпатенко, Ю.Н. Бондаренко // Свідोцтво про реєстрацію авторського права на твір № 65220. – Зареєстр. в Держ. службі інтелектуальної власності України 06.05.2016.
4. Брошура «Режимы возбуждения и устойчивость работы синхронных генераторов. Системный подход к повышению эффективности генерирования и передачи мощности в больших энергосистемах» / В.В. Кузьмин, Т.В. Шпатенко, В.С. Шпатенко // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 64346. – Зареєстр. в Держ. службі інтелектуальної власності України 03.03.2016.

МЕТОДИКА НАКОПИЧЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ВИКОНАННІ ДІАГНОСТУВАННЯ В РОЗПОДІЛЕНИХ БАЗАХ ЗНАНЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

Обідін Д.М.,

Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету, d.obidin@mail.ru

Мусієнко А.П.,

КНУ імені Тараса Шевченка, mysienkoandrey@gmail.com

Арделян В.В.,

Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету, viktorija1801-92@mail.ru

В доповіді буде розглянута методика накопичення діагностичної інформації при виконанні діагностування в розподілених базах знань інтелектуальних систем на прикладі пілотажно-навігаційного комплексу повітряного судна. Крім того, розглянута процедура визначення коректного модуля, який виконуватиме алгоритм діагностування і передає інформацію про семантичний стан розподіленої бази знань до системи управління.

Функціональна стійкість, як властивість складної технічної системи, забезпечується шляхом перерозподілу деякої існуючої в системі надмірності з метою парирування наслідків позаштатних ситуацій. Заходи, які спрямовані на забезпечення або підвищення функціональної стійкості, в першу чергу, забезпечують поліпшення характеристик відмовостійкості і живучості, але не обов'язково показників надійності окремих комплектуючих елементів і виробів, а, так само, тактико-технічних характеристик системи. Теорія функціональної стійкості перебуває в стадії розвитку, і формування показників функціональної стійкості як показників ефективності складних технічних систем є важливим напрямком наукових досліджень. Аналіз функціональної стійкості інтелектуальної системи автоматичного управління повітряним судном, як складної інтелектуальної системи, дозволяє оцінити на скільки реальний процес функціонування системи буде відповідати розрахунковому, тому що завжди при розрахунках користуються наближеними моделями, і цілий ряд факторів не враховується.

Варто зазначити, що не всяка система може мати властивість функціональної стійкості, а саме, якщо немає надмірності, то нема чим і управляти при парируванні наслідків позаштатних ситуацій. Тому, в такому випадку, навіть потенційно неможливо забезпечити цю властивість. На відміну від цього база знань інтелектуальної системи польотом повітряного судна має надмірність всіх видів, а саме – функціональну, часову, інформаційну та структурну.

Отже, у сучасних умовах особливо важливим є забезпечення властивості функціональної стійкості процесів навігації та управління рухом повітряного судна. Це складне завдання доцільно поділити на ряд часткових завдань, одним з яких є розробка методики накопичення діагностичної інформації при виконанні діагностування в розподілених базах знань пілотажно-навігаційного комплексу повітряного судна.

Відомо, що основною підсистемою будь-якої інтелектуальної системи є база знань, яка постійно поширюється за рахунок накопичення досвіду за час експлуатації. Але знання мають суб'єктивний характер, а тому потребують оцінки їх достовірності для подальшого раціонального використання в алгоритмах прийняття рішення. Проблематика так званої діагностики розподіленої бази знань та використання інформації про достовірність знань при формуванні управління, яке парирує наслідки нештатних ситуацій потребує детального вивчення, цьому питанню й присвячена дана доповідь.